

(12) Offenl.ungsschrift  
 (10) DE 198 14 805 A 1

(51) Int. Cl. 6:  
**C 23 C 16/44**  
 C 23 C 14/22  
 C 23 C 14/20  
 B 60 S 1/38

(21) Aktenzeichen: 198 14 805.4  
 (22) Anmeldetag: 2. 4. 98  
 (23) Offenlegungstag: 7. 10. 99

(71) Anmelder:  
 Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE  
 (74) Vertreter:  
 Raué, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 88046  
 Friedrichshafen

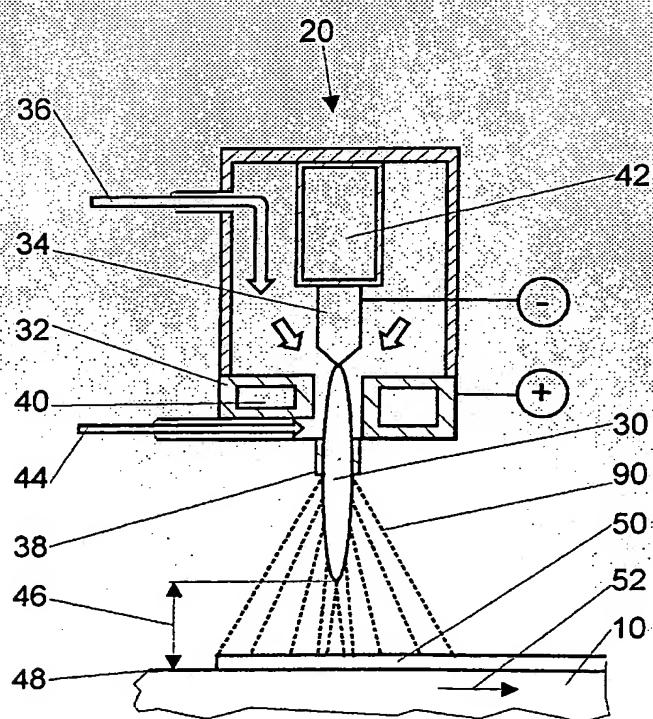
(72) Erfinder:  
 Leutsch, Wolfgang, 77830 Bühlertal, DE;  
 Rauschnabel, Johannes, Dr., 70197 Stuttgart, DE;  
 Forget, Jeanne, 70195 Stuttgart, DE; Voigt,  
 Johannes, Dr., 71229 Leonberg, DE  
 (55) Entgegenhaltungen:  
 DE 26 23 216 B2  
 BE 8 48 964 A  
 = DE 2 7 03 116 B2  
 EP 02 64 227 A2  
 JP 60-67 655 A (in Pat. Abstr. of JP,  
 C-298);

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt.

(54) **Beschichtungsverfahren eines Wischergummis**

(57) Die Erfindung geht von einem Beschichtungsverfahren für einen Wischergummi (10) aus Elastomermaterial aus. Es wird vorgeschlagen, daß die Beschichtung durch ein CVD- und/oder PVD-Prozeß erfolgt, bei dem die Generierung und Aktivierung des dampfförmigen Beschichtungsmaterials (90) thermisch, plasma- und/oder Laser-gestützt erfolgt und verschleißfeste Schutzschichten (50, 62) mit guten Gleiteigenschaften auf der Wischergummioberfläche (48) bildet.



## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Beschichtungsverfahren eines Wischergummis nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bekannte Scheibenwischer besitzen einen Wischarm, der aus einem auf einer Antriebsachse befestigten Befestigungsteil, einem mit diesem über ein Kniegelenk verbundenen Gelenkteil und aus einer sich an das Gelenkteil starr anschließenden Wischstange aufgebaut ist. Ferner besitzt der Scheibenwischer ein Wischblatt, das ein Tragbügelsystem und einen von diesem gehaltenen Wischergummi aufweist. Das Wischblatt ist am Wischarm angelenkt; indem ein hakenförmiges Ende der Wischstange zwischen zwei Seitenwangen des Tragbügelsystems greift und einen Gelenkbolzen umfaßt. Das so gebildete Gelenk führt das Wischblatt mit dem Wischergummi über eine Kraftfahrzeugscheibe, wobei das Gelenkteil und das Tragbügelsystem es ermöglichen, daß sich der Wischergummi einer Wölbung der Kraftfahrzeugscheibe anpaßt. Ein erforderlicher Anpreßdruck des Wischergummis auf der Kraftfahrzeugscheibe wird mit mindestens einer Zugfeder erreicht, die das Befestigungsteil und das Gelenkteil gemeinsam mit der Wischstange über das Kniegelenk verspannt.

Der Wischergummi besteht aus einem Elastomer, z. B. einem Natur- oder Synthesekautschuk. Er hat eine Kopfleiste, die über einen Kippsteg mit einer auf der zu wischenden Scheibe aufliegenden Wischlippe verbunden ist. Durch den Kippsteg kann die Wischlippe im Umkehrpunkt der Wischbewegung in die entgegengesetzte Richtung umklappen, so daß sie stets einen günstigen Winkel zur Windschutzscheibe einnimmt. Wird der Scheibenwischer betätigt, gleitet der Wischergummi mit der Wischlippe über die Kraftfahrzeugscheibe, wobei er sich durch Reibung zwischen der Wischlippe und der Windschutzscheibe abnutzt. Ferner wirken Umwelteinflüsse auf den Wischergummi, wie beispielsweise Temperaturschwankungen, UV-Strahlung, Salzwasser, Abgase usw., die zu einer frühzeitigen Werkstoffalterung und einem verstärkten Verschleiß führen können.

Grundsätzlich kann der Verschleiß durch eine bessere Gleiteigenschaft und damit geringere Reibung und/oder durch einen härteren Wischergummi reduziert werden. Ein naßchemisches Härteverfahren ist beispielsweise aus der DE 26 23 216 bekannt, bei dem der Wischergummi zunächst mit Chlor oder Brom halogenisiert und anschließend mit einer stark oder mäßig alkalischen Lösung bei Temperaturen bis zu 100°C behandelt wird.

Nachdem der Wischergummi beispielsweise durch Extrusion hergestellt ist, besitzt dieser eine glatte günstige Oberfläche. Von dem naßchemischen Härtevorgang wird der Wischergummi insgesamt erfaßt, so daß sich seine Werkstoffeigenschaften auch dort verändern, wo es nicht erforderlich oder gar unerwünscht ist. Ferner werden die Mikrostruktur und Makrostruktur des Wischergummis verändert, beispielsweise durch Chlor und Wärme. Der Wischergummi wird in der Regel rauher und spröder, wodurch er schlechter auf der Windschutzscheibe anliegt und schlechtere Wischeinigenschaften erhält. Ferner besteht die Gefahr, daß kleinere und größere Bestandteile beim Wischen über die Windschutzscheibe aus dem Wischergummi herausbrechen. Für eine gute Reinigungsqualität sollte ferner die Wischlippe des Wischergummis beim Richtungswechsel schnell und leicht ohne großen Widerstand umklappen. Durch einen härteren und spröderen Werkstoff wird der Widerstand im Werkstoff jedoch erhöht, der Umklappvorgang verhindert oder zumindest verzögert und das Wischblatt neigt zum Rat-

tern.

Aus der BE 84 8 964 A ist ein Beschichtungsverfahren bekannt, das nach einem Härteverfahren die Gleiteigenschaften verbessert. Der Wischergummi wird danach in einem naßchemischen Verfahren zumindest im Bereich der Lippe mit einer Schicht überzogen, die weicher ist als das Grundmaterial und daher nicht sehr verschleißfest ist.

## Vorteile der Erfindung

10

Beschichtungsverfahren, bei denen Beschichtungsmaterialien in einen dampfförmigen Zustand versetzt oder in einem dampfförmigen Zustand verwendet, zur Oberfläche des zu beschichtenden Gegenstands befördert und auf diesem abgelagert werden, können grundsätzlich in PVD-Verfahren (Physical Vapour Deposition; Physikalisches Dampfablagerungs-Verfahren) und CVD-Verfahren (Chemical Vapour Deposition; Chemisches Dampfablagerungs-Verfahren) unterteilt werden.

20

Derartige Beschichtungsverfahren sind insbesondere bekannt, Siliziumscheiben für integrierte Halbleiterschaltungen zu beschichten (vgl.: Widmann, Dietrich: Technologie hochintegrierter Schaltungen, D. Widmann; H. Mader; H. Friedrich. – 2. Aufl. Springer, 1996, S. 13–34). Die CVD-Verfahren, auch als Gasphasenabscheidungs-Verfahren bezeichnet, sind durch chemische Reaktionen geprägt, d. h. die verwendeten Beschichtungsmaterialien reagieren auf der zu beschichtenden Oberfläche in einer chemischen Reaktion zu einer Schicht. Die PVD-Verfahren sind dagegen in erster Linie durch physikalische Abläufe geprägt, wie beispielsweise zerstäuben einer Kathode, wobei jedoch keine klare Grenze zwischen den Verfahren gezogen werden kann.

30

Der Vorteil dieser Verfahren besteht darin, daß viele verschiedene, besonders dünne, geschlossene und hochvernetzte Schichten geschaffen werden können. Dünne Schichten können hart und trotzdem flexibel ausgeführt werden. Sie platzen bei Verformungen des Wischergummis nicht auf. Die geschlossene Oberfläche bleibt erhalten und führt zu einer hohen chemischen Resistenz, indem keine aggressiven Medien, wie Salzwasser, Abgase usw., zwischen die Schicht und den Wischergummi gelangen, den Wischergummi angreifen und die Schicht ablösen.

40

Ferner wird für dünne Schichten wenig Beschichtungsmaterial benötigt. Es fällt wenig Abfallmaterial an und es müssen geringe Mengen an Beschichtungsmaterial vorgehalten werden. Durch die geringen Mengen an Beschichtungsmaterial können die Beschichtungsanlagen leicht nach außen dicht verschlossen werden. Chemisch aggressive Lösungsmittel sind nicht erforderlich. Die aufgebrachten Schichten benötigen keine zeitraubenden Trocknungs- bzw. Aushärtungszyklen. Die Verfahren sind umweltfreundlich, wirtschaftlich und eignen sich gut für eine Großserienproduktion.

50

Ferner besteht der besondere Vorteil der Verfahren darin, daß während der Wischergummi beschichtet wird, die Prozeßparameter einfach variiert, die Schichteigenschaften innerhalb einer dünnen Schicht verändert und damit entsprechenden Anforderungen angepaßt werden können. Im inneren Bereich am Wischergummi kann ein elastisch-weiches, den Eigenschaften des Wischergummis angepaßtes und ein nach außen hartes, verschleißfestes Schichtsystem in einem Prozeß erreicht werden.

60

Durch den Übergang von einer weichen zu einer dünnen, harten Schicht in einem insgesamt dünnen Schichtsystem, ist dieses in sich elastisch, beeinflußt nur geringfügig die Elastizität des Wischergummis und ist mit diesem fest und sicher verbunden. Das Schichtsystem platzt nicht ab, wenn der Wischergummi verformt wird und ist chemisch resistent.

Besonders vorteilhaft ist ein gleichmäßiger Übergang von dem elastisch-weichen zu dem verschleißfesten harten Bereich. In einer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß die Prozeßparameter, wie beispielsweise die Mischungsverhältnisse der Prozeßgase, die eingebrachte elektrische oder thermische Leistung, die Entfernung von den Materialquellen zum Wischergummi, Strömungsverhältnisse usw., verändert werden, daß eine stufenlose Gradientenschicht erreicht wird, d. h. eine Schicht deren Stoffparameter und Stoffeigenschaften von innen nach außen, senkrecht zum Wischergummi entsprechend chemischen und morphologischen Gradienten folgt und in einer Ebene in Längsrichtung des Wischergummis jeweils konstante Eigenschaften besitzt. Kostengünstiger und bei verschiedenen Randbedingungen in der Fertigung kann es jedoch von Vorteil sein, die Prozeßparameter stufenweise zu verändern und dadurch eine Multilagenschicht zu erzeugen, d. h. mehrere dünne, von den Stoffeigenschaften geringfügig abweichende Schichten übereinander.

Die Gradientenschicht oder die Multilagenschicht kann gleichzeitig die nach außen abschließende, harte, verschleißfeste Schicht bilden. Möglich ist auch, daß die verschleißfeste, harte Schicht separat, d. h. als abgesetzte Stufe aufgebracht wird. In einer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, abschließend zusätzlich eine trockenschmierende und/oder hydrophobe Schicht aufzubringen. Bewährt haben sich Schichten mit einem Wasserbenetzungsrandsinkel zwischen 60 Grad und 150 Grad, vorzugsweise über 90 Grad.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist es auch möglich, daß nur eine homogene Schicht (ohne Gradient) abgeschieden wird. Dies vereinfacht den Abscheideprozeß und kann bereits zu einer deutlichen Verbesserung der Wischeigenschaften und der Verschleißresistenz führen.

Als Beschichtungsmaterialien eignen sich besonders halogen-, silizium-, kohlenstoffhaltige und/oder metallorganische Materialien bzw. Monomere, d. h. niedermolekulare, vernetzbare Stoffe, wobei der Kohlenstoff-, Stickstoff-, Sauerstoff-, Fluor- und/oder Metallgehalt von innen nach außen verändert wird, daß die Härte bzw. die Verschleißfestigkeit im Schichtsystem zunimmt. Eine günstige Multilagenschicht oder Gradientenschicht wird beispielsweise mit einem siliziumhaltigen Gemisch erreicht, dem während des Prozesses zunehmend Kohlenstoff beigemischt wird, d. h. in einem chemischen Gradienten in ein zunehmend kohlenstoffhaltiges Gemisch übergeht. Für die nach außen abschließende Schicht eignen sich besonders kohlenstofffreie, halogenhaltige und/oder metallhaltige Verbindungen, für deren Herstellung sich insbesondere fluorhaltige Gase, sauerstoffarme Siloxan-Monomere und Kohlenwasserstoff-Gase bewährt haben. Die Schichtoberfläche erhält dadurch die gewünschte hydrophobe und/oder trockenschmierende Eigenschaft und damit gute Gleiteigenschaften, insbesondere auf hydrophilen Windschutzscheiben. Bei einer oxidischen oder nitridischen Multilagenschicht oder Gradientenschicht kann ein höherer Reibkoeffizient entstehen, wodurch eine zusätzliche, die Gleiteigenschaft verbessende, hydrophobe abschließende Schicht besonders von Vorteil ist. Die abschließende hydrophobe Schicht bleibt durch eine kovalente Verbindung mit der Multilagenschicht oder der Gradientenschicht lange erhalten.

Um den Halt des gesamten Schichtsystems zu verbessern, wird in einer Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, den Wischergummi thermisch, photochemisch und/oder plasmaunterstützt zu reinigen und/oder zu aktivieren, beispielsweise mit halogen-, sauerstoff- und/oder stickstoffhaltigen Gasen. Die Feinreinigung bzw. das Aktivieren und/oder Aufrauen der Oberfläche durch ein Plasma erfolgt

vorzugsweise mit Mikrowellenanregung und/oder einer Vorspannung oder mit einer Frequenzquelle, die bei 13,56 MHz betrieben wird, und einer sich selbst einstellen den Vorspannung. Die Vorspannung liegt an einer Elektrode an, über die der Wischergummi mit der Rückseite des zu reinigenden Bereichs geführt wird. Ferner kann der Halt des Schichtsystems mit einer unmittelbar auf den Wischergummi aufgebrachten metallischen, organischen und/oder silizium- stickstoffhaltigen Haftvermittlerschicht verbessert werden. Diese Schicht ist in der Regel nur wenige 10 nm dick.

Die Beschichtungsmaterialien können durch Wärme durch ein Plasma und/oder durch Laser in einen dampfförigen Zustand versetzt und/oder in einem bereits dampfförigen Zustand in ihren Bestandteilen weiter aufgespalten werden. Thermisch aktivierte CVD-Verfahren besitzen zwar den Nachteil, daß in der Regel der Wischergummi höheren thermischen Belastungen ausgesetzt ist, jedoch kann die Wärme gleichzeitig günstig zur Vorbehandlung genutzt und ein dichteres Schichtwachstum erreicht werden.

In einer Ausgestaltung wird vorgeschlagen, daß zumindest ein Verfahren plasmaunterstützt betrieben wird. Bei einem plasmaaktivierten CVD-Verfahren kann zwischen einem thermisch erregt heißen und einem durch eine Frequenzquelle erregten kalten Plasma unterschieden werden. Anregungsfrequenzen im Bereich von 50 KHz bis 2,45 GHz können Anwendung finden, vorzugsweise 2,45 GHz mit Magnetfeldunterstützung (ECR), besonders bevorzugt bei 13,56 MHz. Bei einem thermischen Plasma kann die Wärme genutzt werden den Wischergummi zu behandeln bzw. zu aktivieren. Es werden hohe Abscheideraten und damit kostengünstige Schichtsysteme erreicht. Um in sich elastische Schichtsysteme mit möglichst geringen Spannungen zu erhalten, werden die Monomere vorzugsweise in die kälteren Bereiche des Plasmas zugeführt. Die Monomere werden dadurch nicht in ihre atomaren Bestandteile fragmentiert und bilden eine weichere und in sich elastische Schicht. Ferner wird ein schnelles Schichtwachstum und eine geringere thermische Belastung des Wischergummis erreicht.

Ist das Plasma durch eine Frequenzquelle erzeugt, beispielsweise durch eine Hochfrequenz-, Radiofrequenz- oder Mikrowellenfrequenzquelle, können gegenüber reinen CVD-Verfahren thermische Belastungen des Wischergummis minimiert werden.

Mit der eingesetzten Frequenz nimmt der Radikalanteil, die Abscheiderate und das Schichtwachstum zu und die Verfahrenskosten ab.

Die Plasmaquellen können kontinuierlich und/oder gepulst betrieben werden. Bei einem gepulsten Betrieb kann sich der Wischergummi in den Pausen von einem Beschuß von Radikalen, geladenen Teilchen usw. und insbesondere von thermischen Belastungen erholen. Kalte Gasmoleküle können die Wärme vom Wischergummi weg transportieren. Ferner kann ein höheres Schichtwachstum erzielt werden, indem die Monomere vorreagieren können und somit zu einer höheren Abscheiderate führen.

Der Wischergummi kann unmittelbar durch das Plasma oder am Plasma vorbei geführt und dabei beschichtet werden. Bei der Beschichtung im Plasma ist die thermische Belastung des Wischergummis höher, jedoch können bei schnellem Schichtwachstum harte verschleißfeste Schichten in kürzerer Prozeßzeit erreicht werden. Bei der Beschichtung außerhalb des Plasmas wird der Wischergummi weniger belastet, die Monomere können auf dem Weg zum Wischergummi vorreagieren, wodurch trotz der Verluste durch den größeren Abstand hohe Abscheideraten, ein schnelles Schichtwachstum und weichere Schichten erzielt werden. Möglich ist auch, daß der Wischergummi zu Beginn außer-

halb des Plasmas mit einer weicherem, dem Material des Wischergummis angepaßten Schicht und zum Ende im Plasma mit einer härteren, verschleißfesteren Schicht beschichtet wird.

Die plasmagestützte Abscheidung der Schicht kann durch eine am Wischergummi angelegte Vorspannung zu dichten und verschleißfesteren Schichten führen. Dabei wird der Wischergummi – wie bei der Reinigung beschrieben – über eine Elektrode geführt, die auf Potential (Vorspannung) liegt. Diese Vorspannung (Bias) wird gegen Masse oder eine Gegenelektrode gepulst oder ungepulst geführt. Dabei finden Pulsfrequenzen zwischen 10 KHz und einigen MHz Verwendung, bevorzugt 50 bis 250 KHz. Die Vorspannung kann aber auch von einer Frequenzquelle gespeist werden mit Frequenzen zwischen 1 kHz und 100 MHz, bevorzugt zwischen 50 kHz bis 27 MHz, besonders bevorzugt 13,56 MHz. Durch die Vorspannung werden Ionen aus dem Plasma in Richtung der Wischergummioberfläche beschleunigt und führen durch Stöße mit der bereits abgeschiedenen Schicht zu einer Neuvernetzung/Verdichtung der Schicht. Vorteilhaft stellt sich die Vorspannung selbständig ein und kann einen Wert zwischen wenigen Volt und 2 Kilovolt annehmen.

In einer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, ein laseraktiviertes Verfahren, insbesondere CVD-Verfahren mit einem oder mehreren Lasern einzusetzen. Durch einen Laser, beispielsweise einen Excimer-Laser, kann die Energie in einem örtlich begrenzten, exakt bestimmbarer Bereich eingebracht werden. Das Schichtsystem kann dadurch gezielt nur in dem örtlich begrenzten Bereich des Wischergummis aufgebracht werden, vorzugsweise nur im Kontaktbereich mit der Windschutzscheibe. Der Wischergummi wird nur in sehr geringen Bereichen thermisch belastet und die Elastizität des restlichen Wischergummis wird nicht beeinflußt, insbesondere nicht im Bereich des Kippstegs, wodurch der Umklappvorgang durch die Beschichtung und das Schichtsystem nicht beeinflußt wird. Der Stoffeinsatz und Energieaufwand werden gesenkt und die Anlagenkontamination wird verringert. Ein weiterer verfahrenstechnischer Vorteil ist, daß Laser-Beschichtungen stets lineare Prozesse sind, da die Energie auf einen Spot mit geringem Durchmesser konzentriert wird. Flächige Beschichtungen werden durch rasternde Führung des Laserstrahls erreicht. Wischergummikanten sind linienförmige Substrate, die prinzipiell ohne Rastern des Strahls beschichtet werden können. Dies erspart optomechanische Führungselemente, Adaption an unterschiedliche Substrate, einfache Synchronisation von mehreren Strahlen, z. B. für die Voraktivierung, die eigentliche Beschichtung und die Nachvernetzung.

Alle Beschichtungsverfahren können so durchgeführt werden, daß der Wischergummi beidseitig – und zwar gleichzeitig (z. B. mit 2 Beschichtungslasern) oder nacheinander –, nur einseitig, die gesamte Oberfläche oder nur partiell (z. B. wie oben für das Laserverfahren beschrieben nur die Wischlippe) beschichtet wird.

Als reine PVD-Verfahren haben sich das Plamaspritzen und das Sputtern bzw. die Kathodenzerstäubung bewährt. Gegenüber einem Aufdampfverfahren, bei dem das Verdampfgut so hoch erhitzt wird, bis der Dampfdruck für ein Abdampfen ausreicht, können bei der Kathodenzerstäubung die Schichtzusammensetzungen besser kontrolliert und damit gleichmäßigere Übergänge erzielt werden. Das Kathodenzerstäuben ist außerdem ein Verfahren, das die Atome und Atomverbünde bei niedrigeren Temperaturen abscheidet. Mit diesem Verfahren wird die Temperaturbelastung des Substrats besser kontrolliert. Darüber hinaus existieren beim Kathodenzerstäuben wie bei den anderen plasmagestützten Verfahren im Dampf Ionen, die durch Anlegen einer Vor-

spannung an das Substrat – im Falle des Wischergummis kann das ein Metallstreifen sein, über den die Wischlippe geführt wird – auf die Schicht gezogen werden können und diese zu verdichten vermögen.

Der Kontur des Wischergummis angepaßt ist eine Hohlkathodenquelle, die eine Linearquelle darstellt und zur Kathodenzerstäubung vorzugsweise eingesetzt werden kann. Mit dieser Quelle können hohe Abscheideraten und gleichzeitig gute Schichtqualitäten erreicht werden. Ferner besitzt die Hohlkathode zwischen Anodenfläche und Kathodenfläche einen geradlinigen großen Abstand, wodurch beim Betrieb der Quelle eine geradlinige Strömung zwischen Kathode und Anode entsteht, die verhindert, daß die Kathode vergiftet bzw. zugesetzt wird.

Beim Plamaspritzen wird ein Pulver oder eine Flüssigkeit einem Plasmajet zugeführt, der über einen Lichtbogen gezündet wird, an- bzw. aufgeschmolzen zum Wischergummi beschleunigt und auf diesem abgelagert wird. Die Wärme des Plasmas kann gleichzeitig zur Vorbehandlung des Wischergummus genutzt und es kann ein besonders schnelles Schichtwachstum erreicht werden.

Grundsätzlich können die Verfahren im Vakuum und/oder bei Atmosphäre durchgeführt werden. In einer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, die Verfahren bei Atmosphäre oder zumindest bei möglichst geringem Vakuum durchzuführen, wodurch zwar tenderiell grobkörnigere, weichere Schichten entstehen, jedoch auf kostenintensive Vakuumanlagen verzichtet und in der Regel eine höhere Abscheiderate erzielt werden kann.

Für Beschichtungen bei Atmosphäre oder bei geringem Vakuum haben sich Corona- und/oder Barrierefeldentladungsquellen und/oder Plamaspritzquellen besonders bewährt. Mit diesen Quellentechniken können hohe Abscheideraten und dadurch kostengünstige Beschichtungen erreicht werden. Die Schicht wird von der Struktur her weich und kann dadurch besonders günstig im inneren Bereich den Eigenschaften des Wischergummis angepaßt werden.

Die beschriebenen PVD-Verfahren und CVD-Verfahren können jeweils einzeln oder zusammen in verschiedenen Kombinationen eingesetzt werden. Werden mehrere verschiedene Verfahren eingesetzt, ist es vorteilhaft, für den inneren Schichtbereich Verfahren einzusetzen, mit denen ein schnelles Schichtwachstum und weiche, dem Material des Wischergummis angepaßte Schichten erzeugt werden können. Für den äußeren härteren und dünneren Bereich eignen sich Verfahren, mit denen mit einem geringeren Schichtwachstum harte verschleißfeste Schichten geschaffen werden können. Vorzugsweise wird die Beschichtung in einen kontinuierlichen Fertigungsfluß eingebunden, wodurch Raum, Zeit und Kosten eingespart werden können. Dafür eignen sich besonders Durchlaufkonzepte, bei denen die Wischergummis im Strang extrudiert und durch die differenziell gepumpte Vakuumkammer bzw. Reaktionskammer unter atmosphärischem Druck an den Beschichtungsquellen vorbeigeführt werden.

#### Zeichnung

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Wischergummi und eine schematisierte Plasmaspritzquelle, hier: eine Plamaspritzquelle,

Fig. 2 einen Wischergummi, der von mehreren, in einer Reihe angeordneten Plasmaquellen beschichtet wird,

Fig. 3 einen vergrößerten Ausschnitt eines Wischergummis mit einer Gradientenschicht,

Fig. 4 einen vergrößerten Ausschnitt eines Wischergummis mit einer Multilagenschicht und

Fig. 5 eine Beschichtungsanlage, die in einem Fertigungsprozeß eines Wischergummis eingebunden ist.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Fig. 1 ist schematisch eine Plasmaquelle 20 mit einer ringförmigen Anode 32 und einer stabförmigen Kathode 34 dargestellt. Auf einer Seite der Plasmaquelle 20 wird ein Plasmagas 36 zugeführt, das an der Kathode 34 vorbei durch die Anode 32 strömt und dabei in einen plasmaformigen Zustand versetzt bzw. zu einem heißen Plasma 30 erregt wird. Das Plasma 30 wird durch eine Düse 38 entsprechend geformt. Um zu vermeiden, daß die Kathode 34 die Anode 32 und die Duse 38 verbrennen bzw. anschmelzen, sind diese durch Kühlwasserkänele 40, 42 gekühlt.

Dem Plasma 30 wird im Bereich der Anode 32 ein Monomergas 44 zugeführt, das von dem Plasma 30 fragmentiert und in Richtung eines Wischergummis 10 geschieleudert wird. Der Wischergummi 10 wird mit einem Abstand 46 am Plasma 30 in Richtung 52 vorbei geführt, so daß das fragmentierte Monomergas 90 auf dem Weg zum Wischergummi 10 Zeit hat vorzureagieren. Möglich ist jedoch auch, daß der Wischergummi 10 durch das Plasma 30 geführt und dabei beschichtet wird. Das fragmentierte Monomergas 90 lagert sich auf dem Wischergummi 10 ab und reagiert an dessen Oberfläche 48 zu einem hochvernetzten Schichtsystem 50 oder zu einer einzelnen Schicht. Möglich ist auch, daß anstatt dem Monomergas 44 ein pulvelförmiges Beschichtungsmaterial dem Plasma 30 zugeführt, von diesem aufgeschmolzen, in Richtung des Wischergummis 10 geschieleudert wird und an dessen Oberfläche 48 mit oder ohne chemische Reaktion ein Schichtsystem oder eine einzelne Schicht bildet.

In Fig. 2 sind mehrere Plasmaquellen 22, 24, 26, 28 in einer Reihe hintereinander angeordnet, an denen der Wischergummi 10 in Richtung 52 vorbeigeführt wird. Um in senkrechter Richtung 54 zum Wischergummi 10 innerhalb des Schichtsystems 50 unterschiedliche Stoffeigenschaften zu erzielen, werden die Plasmaquellen 22, 24, 26, 28 mit unterschiedlichen Gaszusammensetzungen bzw. Gaskonzentrationen betrieben. Möglich ist auch, daß die Plasmaquellen mit unterschiedlich hoher Leistung betrieben oder unterschiedlich weit vom Wischergummi 10 angeordnet werden.

Mit den unterschiedlichen Plasmaquellen 22, 24, 26, 28 können viele dünne, unterschiedliche, aufeinanderfolgende Schichten, auch als Multilagenschicht 14 bezeichnet, und/oder eine Gradientenschicht 12 erzielt werden, in der sich die Stoffparameter und die Stoffeigenschaften entsprechend einem oder mehrerer chemischer Gradienten stufenlos verändern (Fig. 3 u. 4). Die Gradientenschicht 12 wird durch entsprechend kurz hintereinander angeordnete Plasmaquellen 22, 24, 26, 28 erreicht oder indem der Wischergummi 10 entsprechend schnell an den Plasmaquellen 22, 24, 26, 28 vorbeigeführt wird. Die Beschichtungsmaterialien vermischen sich dabei auf der Oberfläche 48 des Wischergummis 10. Ferner können die fragmentierten Monomergase 90 bereits bevor sie auf den Wischergummi 10 auftreffen, durch erzeugte Strömungen 56 oder durch entsprechende Ausstrahlungswinkel der Plasmaquellen 22, 24, 26, 28 vermischt werden. Möglich ist auch, daß der Wischergummi 10 schrittweise um die Länge 58 des Beschichtungsbereichs 60 weiterbewegt wird, die Plasmaquellen 22, 24, 26, 28 unter-

einander gleich betrieben werden, jedoch die Gaszusammensetzung und/oder die Energiezufuhr über der Zeit verändert werden, um eine Gradientenschicht 12 oder eine Multilagenschicht 14 zu erzeugen. Ein kontinuierlicher Beschichtungsvorgang kann jedoch günstiger in einen Fertigungsablauf eines Wischergummis 10 eingebunden werden.

Um einen besseren Halt des Schichtsystems 50, 62 zu erreichen, wurde bei den in Fig. 3 und 4 dargestellten vergrößerten Ausschnitten eines Wischergummis 10 in einem ersten Schritt eine Haftvermittlerschicht 18 auf dem Wischergummi 10 aufgebracht. Anschließend wurde in dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel eine Gradientenschicht 12 und in dem in Fig. 4 gezeigten Beispiel eine Multilagenschicht 14 aufgebracht. Die Schichtsysteme 50, 62 schließen beide mit einer harten, dünnen und verschleißfesten Schicht 16 ab. Möglich ist auch, daß der Wischergummi 10 nur mit einer Gradientenschicht 12 oder nur mit einer Multilagenschicht 14 beschichtet wird.

Beide Schichtsysteme 50 und 62 sind im inneren Bereich am Wischergummi 10 elastisch-weich und damit den Stoffeigenschaften des meist aus Elastomer gebildeten Wischergummis 10 angepaßt. In senkrechter Richtung 54 zum Wischergummi 10 nimmt die Härte bis zur äußersten Schicht 16 zu. Damit wird ein verschleißfestes, in sich flexibles Schichtsystem 50, 62 erreicht, das sich Verformungen des Wischergummis 10 anpassen kann und sicher auf lange Zeit mit dem Wischergummi 10 verbunden ist. Neben einem kontinuierlichen Härteanstieg innerhalb der Schichtsysteme 50, 62 kann es sinnvoll sein, zwischen harten und weichen Schichtebenen zu variieren, beispielsweise weich-hart, weich-hart, um dadurch die Elastizität des Schichtsystems zu verbessern und/oder Spannungen abbauen zu können. Die Schichtsysteme 50, 62 sind vorzugsweise zwischen 200 nm und 2 µm dick.

Fig. 5 zeigt eine unter Vakuum betriebene Beschichtungsanlage 64, die in einen Fertigungsprozeß eines Wischergummis 10 eingebunden ist. Elastomer wird in einem ersten Schritt in einer Vorrichtung 66 zu einem strangförmigen Wischergummi 10 extrudiert. Anschließend läuft der Wischergummi 10 in die Beschichtungsanlage 64. Im mittleren Bereich der Beschichtungsanlage 64 befindet sich eine mit Hochvakuumpumpen 72, 74 verbundene Beschichtungskammer 68 mit Beschichtungsquellen 70.

Die Hochvakuumpumpen 72, 74 werden zerstört, wenn sie gegen Atmosphäre betrieben werden. Um dies zu vermeiden, sind im vorderen und hinteren Bereich der Beschichtungsanlage 64 mit Grobvakuumpumpen 76, 78 verbunden Vorvakuumkammern 80, 82, 84, 86 angeordnet. Die Vakuumpumpen 72, 74, 76, 78, insbesondere die Hochvakuumpumpen 72, 74 sind vorzugsweise im oberen Bereich der Beschichtungsanlage 64 angeordnet, wodurch möglicherweise auftretende größere, nach unten sinkende Teilchen an Beschichtungsmaterial nicht in die Vakuumpumpen 72, 74, 76, 78 gelangen und diese zerstören. Die Plasmaquellen 22, 24, 26, 28 können dabei oberhalb der Substratdurchführung oder an den Seiten der Beschichtungskammer 68 angeordnet sein und gleichzeitig auf beiden Seiten des Substrats beschichten oder sukzessive erst eine Seite dann die andere.

Nach der Beschichtungsanlage 64 wird der Wischergummi 10 in einer Vorrichtung 88 in erforderlichen Längen vereinzelt. Dies kann in einer anderen vorteilhaften Ausführung auch vor der Beschichtungsanlage 64 erfolgen.

#### Patentansprüche

1. Beschichtungsverfahren für einen Wischergummi (10) aus Elastomermaterial, dadurch gekennzeichnet,

daß die Beschichtung durch einen CVD- und/oder PVD-Prozeß erfolgt, bei dem die Generierung und Aktivierung des dampfförmigen Beschichtungsmaterials (90) thermisch, plasma- und/oder Laser-gestützt erfolgt und verschleißfeste Schutzschichten (50, 62) mit guten Gleiteigenschaften auf der Wischergummioberfläche (48) bildet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während der Beschichtung fließend, die Prozeßparameter variiert werden, wodurch eine Gradientenschicht (12) aufgebracht wird, die vom Wischergummi (10) nach außen ihre Eigenschaften ändert. 10

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Härte nach außen zunimmt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Prozeßparameter stufenweise verändert werden und eine Multilagenschicht (14) aufgebracht wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß abschließend eine hydrophobe und/oder trockenschmierende Schicht aufgebracht wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung homogen erfolgt mit über den Beschichtungsprozeß konstant gehaltenen Parametern.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wischergummi (10) thermisch, photochemisch und/oder plasmaunterstützt vorbehandelt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zu Beginn auf den Wischergummi (10) eine dünne Haftvermittlerschicht (18) aufgebracht wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschichtungsmaterial thermisch aktiviert ist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschichtungsmaterial (44) durch ein Plasma (30) aktiviert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Plasma (30) mit einer Frequenzquelle erzeugt wird, die zwischen 50 KHz und 2,45 GHz betrieben wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenzquelle bei 2,45 GHz und mit Magnetfeldunterstützung (ECR) betrieben wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenzquelle bei 13,56 MHz betrieben wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10, 11, 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Plasmaquellen (20, 22, 24, 26, 28) gepulst betrieben werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Wischergummi (10) außerhalb und/oder im Plasma (30) beschichtet wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschichtungsmaterial durch einen Laser aktiviert wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Wischergummi (10) nur in einem Bereich beschichtet wird, mit dem er mit der Windschutzscheibe in Kontakt kommt.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wischergummi (10) durch ein Plasmaspritzverfahren beschichtet wird.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wischergummi (10) durch ein Sputterverfahren beschichtet wird.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Hohlkathodenquelle verwendet wird.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es bei Atmosphäre oder geringem Vakuum durchgeführt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß eine Corona- und/oder Barrierefeldladequelle verwendet wird.

23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung plasmagestützt erfolgt und Ionen aus dem aktivierte Dampf durch eine hinter dem Wischergummi angeordnete Elektrode, die eine Vorspannung aufweist, auf die Schicht gezogen werden.

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorspannung gepulst angelegt wird, wobei die Pulsfrequenz zwischen 10 KHz und einigen MHz liegt.

25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulsfrequenz zwischen 50 bis 250 KHz liegt.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorspannung sich selbst einstellt und einen Wert zwischen wenigen Volt und 2 Kilovolt einnimmt.

27. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es in einen kontinuierlichen Fertigungsfluß eingebunden ist.

28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß der kontinuierliche Fertigungsfluß mit einer differentiell gepumpten Durchlaufanlage realisiert wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

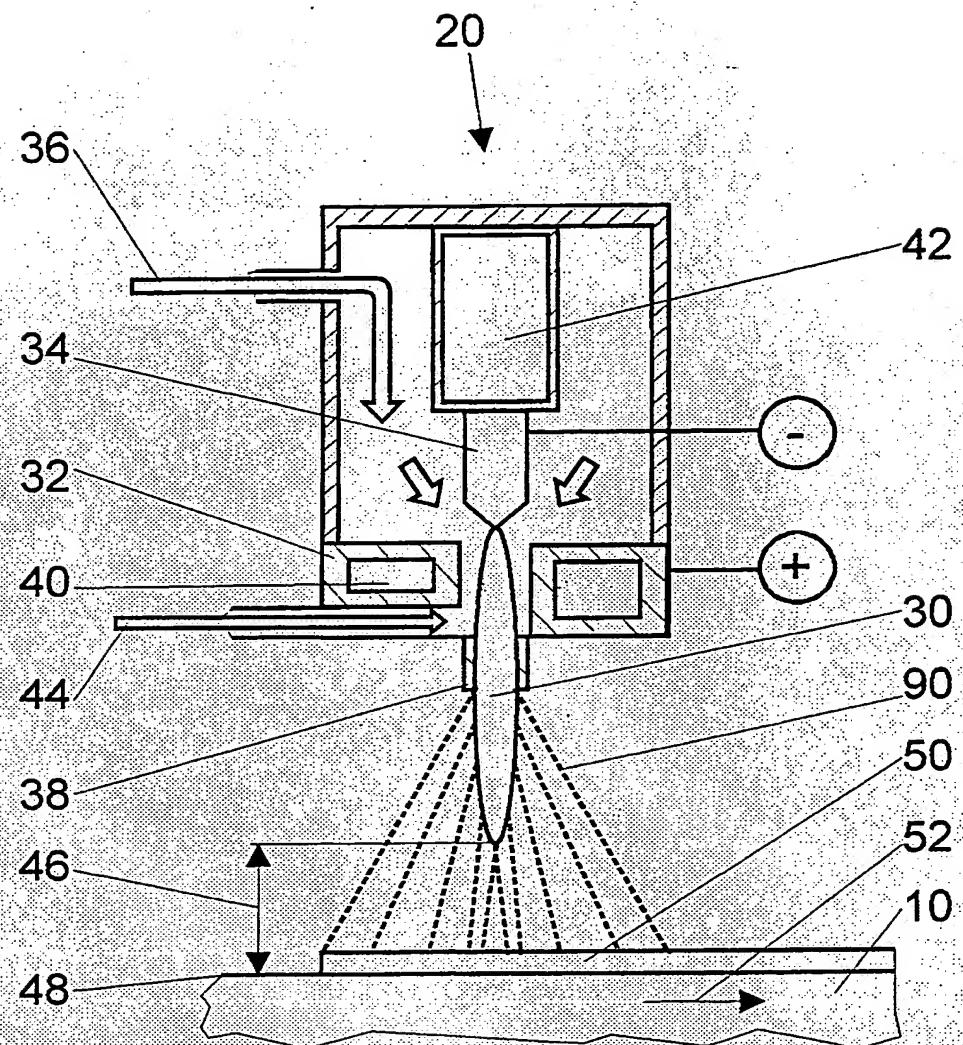


Fig. 1

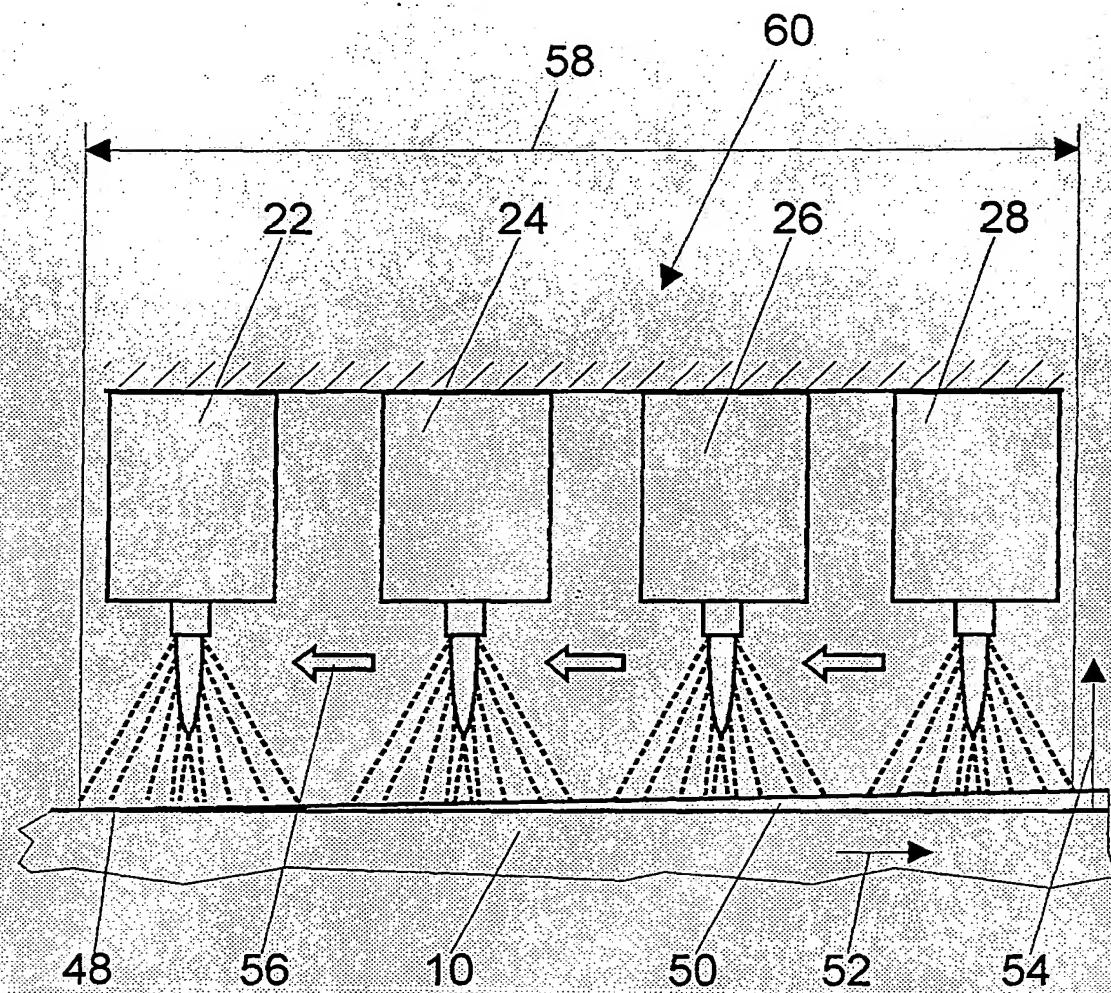


Fig. 2

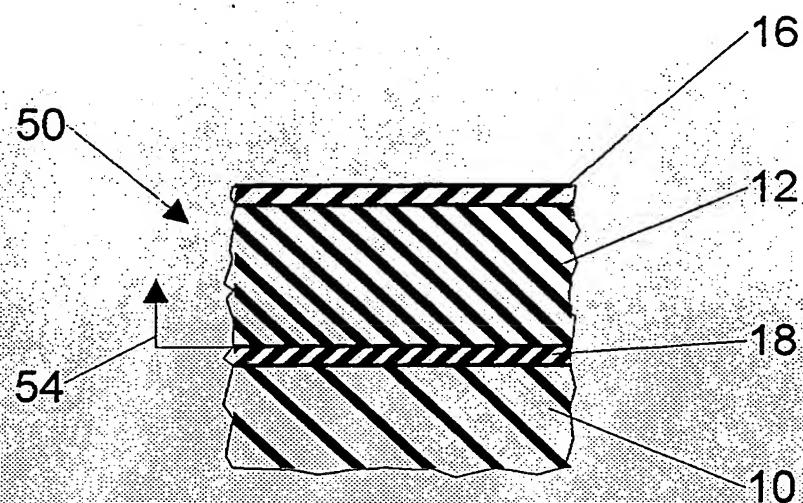


Fig. 3

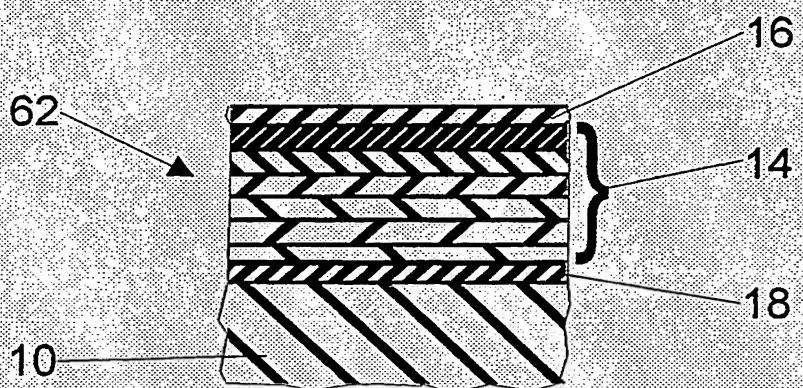


Fig. 4

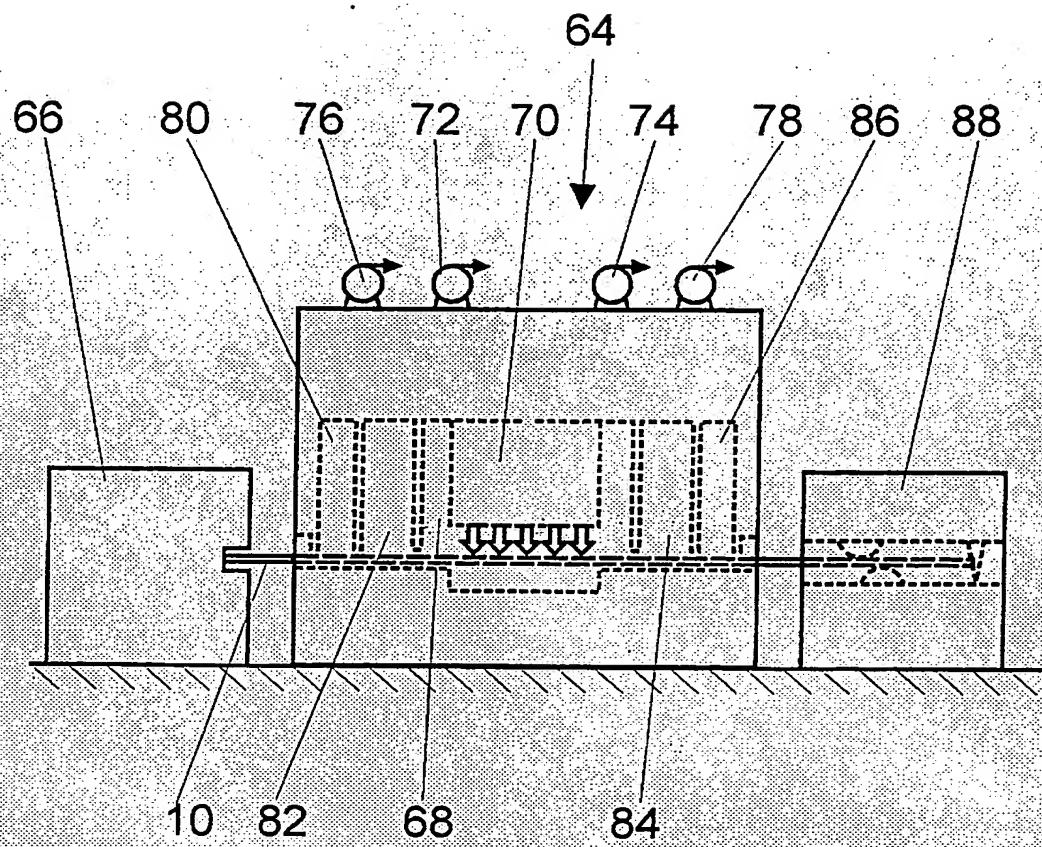


Fig. 5